

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

jc997 U.S. PTO
09/963588
09/27/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 7月 4日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-203032

出 願 人

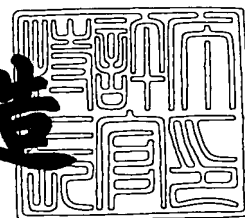
Applicant(s):

松下電器産業株式会社

2001年 7月27日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3067229

【書類名】 特許願

【整理番号】 2038830607

【提出日】 平成13年 7月 4日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 5/20

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式
 会社内

 【氏名】 武内 喜則

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式
 会社内

 【氏名】 若林 信一

【特許出願人】

 【識別番号】 000005821

 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100097445

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

 【識別番号】 100103355

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

 【識別番号】 100109667

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000-311582

【出願日】 平成12年10月12日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光波長フィルタ及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光導波路または光ファイバと、前記光導波路または光ファイバのコア、クラッドまたはその両方に形成された、光伝搬方向に沿って屈折率が周期的に変化しており、その周期が連続的に変化している周期的屈折率変調構造を具備し、前記周期的屈折率変調構造の中に、屈折率変化を中断する領域である周期的屈折率変化中断領域を有する光波長フィルタ。

【請求項2】 光導波路または光ファイバと、前記光導波路または光ファイバのコア、クラッドまたはその両方に形成された、光伝搬方向に沿って屈折率が周期的に変化している周期的屈折率変調構造を具備し、前記光導波路または光ファイバの平均屈折率が光伝搬方向に沿って連続的に変化する部分と、平均屈折率の不連続変化領域とを有する光波長フィルタ。

【請求項3】 光導波路または光ファイバと、前記光導波路または光ファイバのコア、クラッドまたはその両方に形成された、光伝搬方向に沿って屈折率が周期的に変化しており、その周期及び平均屈折率が連続的に変化している周期的屈折率変調構造を具備し、屈折率変化を中断する領域である周期的屈折率中断領域、平均屈折率の不連続変化領域、またはそれら両方を有する光波長フィルタ。

【請求項4】 周期的屈折率変調構造に、熱、応力、又は電界を印加する手段を有する請求項1、2、又は3記載の光波長フィルタ。

【請求項5】 周期が連続的に変化する位相マスクと、位相マスクが形成する干渉縞の発生を一部の領域で抑制する空間フィルタとを介して、紫外光を光導波路または光ファイバに照射する工程を含む光波長フィルタの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光導波路または光ファイバ中を伝搬する光の波長フィルタに関する

【0002】

【従来の技術】

特定の波長の光を反射または透過させる光波長フィルタには、多層反射膜を用いるもの、アレイ導波路を用いるもの、ファイバグレーティングを用いるもの等がある。この中で、ファイバグレーティングを用いる光波長フィルタは、他の光波長フィルタに比べて、伝送路としての光ファイバとの結合が容易で、光ファイバとの親和性が極めてよい。

【0003】

ファイバグレーティングは、光ファイバのコアに紫外光を用いて周期的屈折率変調構造を形成したものである。ある特定周期の周期的屈折率変調構造を形成した場合には、狭帯域の反射スペクトルが得られる。これをそのまま伝送路に挿入すれば、特定波長阻止フィルタとなる。しかし、透過フィルタとして用いる場合には、図11に示すように、光サーキュレータ101とこのファイバグレーティング102を組み合わせる必要がある。光ファイバを伝搬する光103は、光サーキュレータ101を介して、ファイバグレーティング102に入射し、特定波長の光が反射され、残りはそのまま透過する。反射した光は光サーキュレータ101に再び戻って、出射ポート104から出力される。この出射光105を利用することで、従来技術によるファイバグレーティングを透過フィルタとして用いることができるのである。周期の異なる周期的屈折率変調領域を複数形成しておけば、多チャンネル阻止フィルタ、あるいは多チャンネル透過フィルタを得ることもできる。

【0004】

広帯域の反射スペクトルを得るためには、周期的屈折率変調領域の屈折率変調周期を連続的に変化させたチャープド・ファイバグレーティングを用いる。屈折率変調周期の変化を適切に設計することで、任意の反射スペクトル幅を得ることができる。チャープド・ファイバグレーティングも反射型フィルタであり、帯域阻止フィルタとして用いる場合はそのまま伝送路に挿入すればよい。しかし、透過フィルタとして用いる場合には、やはり光サーキュレータと組み合わせた構成を用いなければならない。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

従来用いられてきたファイバグレーティングを用いた光波長フィルタは、光ファイバとの親和性が極めて良好という特長を有する一方で、透過フィルタとして用いる場合には、光サーキュレータと組み合わせた構成としなければならないという欠点があった。光サーキュレータはファイバグレーティング本体に比較して高価な部品である。これを用いなければ目的の機能を発揮できないということは、目的の機能を発揮させるための付加的部品で、光波長透過フィルタ全体のコストが制限されてしまうということであり、単に部品点数が1点増えるという問題に留まらない。

【0006】

本発明は、従来のファイバグレーティングを用いた光波長フィルタにおいて、光サーキュレータを用いることなく透過フィルタを実現する方法を提示し、低コストの光波長透過フィルタを実現することを目的とする。また同時に、本発明の構成の容易な製造方法および、能動素子を実現する構成を提示することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

この課題を解決するために本発明は、光導波路または光ファイバのコアまたはクラッドまたはその双方に、光導波路の光伝搬方向に沿って周期または平均屈折率またはその双方が連続的に変化する周期的屈折率変調構造を形成し、この中に1ヶ所以上の周期的屈折率中断領域、または1ヶ所以上の平均屈折率不連続変化領域、または双方を形成する。これによって、周期的屈折率中断領域または平均屈折率不連続変化領域の形状で決まる特定の波長のみが透過するという透過スペクトルを得ることができる。

【0008】

これによって、光サーキュレータを用いることなく、光波長透過フィルタを実現することができる。

【0009】

【発明の実施の形態】

請求項 1 記載の発明は、光導波路または光ファイバと、前記光導波路または光ファイバのコア、クラッドまたはその両方に形成された、光伝搬方向に沿って屈折率が周期的に変化しており、その周期が連続的に変化している周期的屈折率変調構造を具備し、前記周期的屈折率変調構造の中に、屈折率変化を中断する領域である周期的屈折率変化中断領域を有する光波長フィルタであり、広い阻止帯域の中に透過帯域を持つ透過スペクトルを実現するという作用を有する。

【 0 0 1 0 】

請求項 2 記載の発明は、光導波路または光ファイバと、前記光導波路または光ファイバのコア、クラッドまたはその両方に形成された、光伝搬方向に沿って屈折率が周期的に変化している周期的屈折率変調構造を具備し、前記光導波路または光ファイバの平均屈折率が光伝搬方向に沿って連続的に変化する部分と、平均屈折率の不連続変化領域とを有する光波長フィルタであり、広い阻止帯域の中に透過帯域を持つ透過スペクトルを実現するという作用を有する。

【 0 0 1 1 】

請求項 3 記載の発明は、光導波路または光ファイバと、前記光導波路または光ファイバのコア、クラッドまたはその両方に形成された、光伝搬方向に沿って屈折率が周期的に変化しており、その周期及び平均屈折率が連続的に変化している周期的屈折率変調構造を具備し、屈折率変化を中断する領域である周期的屈折率中断領域、平均屈折率の不連続変化領域、またはそれら両方を有する光波長フィルタであり、広い阻止帯域の中に透過帯域を持つ透過スペクトルを実現するという作用を有する。

【 0 0 1 2 】

請求項 4 記載の発明は、周期的屈折率変調構造に、熱、応力、又は電界を印加する手段を有する請求項 1、2、又は 3 記載の光波長フィルタであり、これによって広い阻止帯域の中に透過帯域を持つ透過スペクトルのスペクトル形状を変化させ得るという作用を有する。

【 0 0 1 3 】

請求項 5 記載の発明は、周期が連続的に変化する位相マスクと、位相マスクが形成する干渉縞の発生を一部の領域で抑制する空間フィルタとを介して、紫外光

を光導波路または光ファイバに照射する工程を含む光波長フィルタの製造方法であり、本発明に示した周期的屈折率変調構造を、容易に実現できるという作用を有する。

【0014】

(実施の形態1)

以下、図面を用いて本発明第1の実施の形態について説明する。図1は本発明のコアの周期的屈折率変調構造の連続的周期変化に中断領域を持つ光ファイバの断面図である。1は光ファイバのコア、2は光ファイバのクラッドである。光ファイバのコア1中には周期的に屈折率が変調し、周期が連続的に変化する周期的屈折率変調領域3が形成されている。この周期的屈折率変調領域中には、周期的屈折率変調構造が形成されていない領域、連続的周期変化の中断領域(A)4と連続的周期変化の中断領域(B)5とが形成されている。

【0015】

図2は、図1に示した光ファイバの屈折率変調構造形成位置と形成されている変調構造の周期の関係を示した図である。屈折率変調構造で反射される光ファイバのコアへの入射光の反射波長は、屈折率変調構造の周期と平均屈折率で決まるが、平均屈折率が一定の場合には、周期と反射波長は比例関係にある。従って、図2の縦軸の周期は、反射波長と同等考えてよい。図2は、図1に示した光ファイバの右側では短波長の光が、左側では長波長の光が反射されることを示している。連続的周期変化中断領域(A)4と連続的周期変化中断領域(B)5には、周期的屈折率変調構造が存在しないので、これらの領域に対応する波長 λ_2 と波長 λ_3 の間、波長 λ_4 と波長 λ_5 の間は、それぞれ透過波長領域(A)6と透過波長領域(B)7となる。この時の反射スペクトルを図3に示す。波長 λ_1 から波長 λ_6 の反射帯域の中に、透過帯域(A)8と透過帯域(B)9が生じているのが分かる。光サーキュレータのような高価な部品を付加することなしに、図1に示す光ファイバを伝送路中に挿入するだけで、2チャンネルの狭い通過帯域を有する光波長フィルタを実現できる。周期の連続的変化中断領域の数を増やせば、通過チャンネル数を容易に増やすことができる。通過帯域幅は、周期の連続的変化率と連続的変化中断領域の幅を調整することで、任意に設定することができ、

光通信システムで想定されるほとんど全ての通過フィルタに対応可能である。

【0016】

図4は、図1に示したファイバグレーティングの製造方法を示す図である。光ファイバのコアに紫外光を照射することでコアの屈折率が大きくなる事はよく知られた事実であり、これを利用して光ファイバグレーティングが製造される。コア中に周期的屈折率変調構造を形成するには、コア付近に所望の光強度分布を形成すればよく、位相マスクを介して紫外光10を光ファイバ11に照射し、光ファイバのコア12に周期的屈折率変調構造を形成する方法がよく利用される。この時、位相マスク13の周期を連続的に変化させておけば、光ファイバのコア12に形成される屈折率変調構造も周期が連続的に変化したものになる。図4に示すように、位相マスク13と光ファイバ11の間に、不透明領域14を有するマスク15を設置し、これを介して紫外光10を照射する光学配置で、ファイバグレーティングを形成すれば、連続的周期変化の中断領域16を、周期的屈折率変調構造の中に容易に形成することができる。

【0017】

図5は、本発明の第2の例として、光ファイバのコアの周期的屈折率変調構造の連続的周期変化に不連続点を持つ光ファイバの断面図を示す。1は光ファイバのコア、2は光ファイバのクラッドで、光ファイバのコア1中には周期的に屈折率が変調し、周期が連続的に変化する周期的屈折率変調領域3が形成されている。

【0018】

図6は、図5に示す光ファイバ中の、屈折率変調構造形成位置と形成されている変調構造の周期との関係を示したものである。図1及び図2に示した例では、周期の連続的変化の中断を、周期的屈折率変調構造を一定の領域で形成しないという構造で実現していたが、図5及び図6に示した例では、連続的周期変化に不連続点17を設けるという構造で、周期の連続的変化の中断を実現している。この構成の光ファイバも、広い阻止帯域の中に狭い透過帯域を有するスペクトルを得ることができる。この構成では、図1に示した光ファイバに比べて同等の反射スペクトルを実現するために必要な長さが短くて済むという利点がある。

【 0 0 1 9 】

図 7 は、本発明の第 3 の例として、光ファイバのコアの周期的屈折率変調構造の平均屈折率の連続変化に不連続点を持つ光ファイバの断面図を示す。1 は光ファイバのコア、2 は光ファイバのクラッドで、光ファイバのコア 1 中には周期的に屈折率が変調し且つ平均屈折率が連続的に変化する、周期的屈折率変調且つ平均屈折率変化領域 3 が形成されている。

【 0 0 2 0 】

図 8 は、図 7 に示す光ファイバ中の、屈折率変調構造形成位置と形成されている変調構造の平均屈折率との関係を示したものである。周期的屈折率変調構造の平均屈折率が大きければ、これを形成したファイバグレーティングへの入射光の反射波長は短くなる。すなわち、平均屈折率と反射波長との間には反比例の関係がある。周期が一定の周期的屈折率変調構造の平均屈折率を、図 8 のように、平均屈折率の連続的变化の中に不連続点 1 8 を設けることで、やはり、広い阻止帯域の中に狭い透過帯域を有するスペクトルを得ることができる。この構成を得るために図 4 の方法を用いた場合には、1 枚の位相マスクのみの使用でも、紫外光の照射条件をいろいろと変化させることによって、多様な反射スペクトルを得ることができるという利点がある。反射スペクトルの形状は、図 2、図 6、図 8 に示した構造を併用することによって、目的に適合したより自由な設計が可能となる。

【 0 0 2 1 】

なお、上記実施の形態では光ファイバを用いた例を示したが、光ファイバの代わりに光導波路を用いても同様の結果が得られる。

【 0 0 2 2 】

(実施の形態 2)

以下、図面を用いて本発明第 2 の実施の形態について説明する。図 9 は、図 1 に示したファイバグレーティング 1 9 の周期的屈折率変調領域 2 0 に電極を形成した光フィルタモジュールの模式図である。本発明に示した周期的屈折率変調領域 1 9 を有する光ファイバは、石英基板 2 1 の中に埋め込まれており、この上に電極群 2 2 が形成されている。この電極群の特定の電極に電流を流すことで発熱

させ直下の周期的屈折率変調領域の温度を制御することで、その部分の反射波長を変化させることができる。

【0023】

図10に、図9に示す光フィルタモジュールの電極群22の各電極に対して電流を印加するシステムの一例を示す。23は電極群22に印加する電流値の入出力を行うインターフェイス、24は電流値の設定や電極の選択等処理するマイクロプロセッサ、25は電流レベル制御信号26を発生し出力する制御信号発生部、27は電流レベル制御信号26を受けて各電極の電流レベルを設定する電流レベル設定部、29は同期信号28により同期をとりながら電流レベル設定部27の設定に基づいて時分割で各電極に電流を印加するマルチプレクサである。このようなシステムにおいて、各電極に対して適切な電流値を設定し、電極群22の個々の電極に適切な電流を印加することで、光ファイバの反射スペクトルを任意に変形させることが可能である。

【0024】

なお、電極群22への電流の印加を制御する方法は、マイクロプロセッサ24において、各電極の電流値、電極の選択、フィルタの特性等を考慮して適切なプログラムを与えておくことで、上記のように電流値の設定により制御する方法の他に、電流をパルスで与えたときのパルス数により制御する方法や、パルス幅により制御する方法を採っても構わない。あるいは、電流レベル設定部から各電極に直接接続して連続的に電流を印加可能なシステムを形成し、マイクロプロセッサの制御の基に連続的に電流を印加しても構わない。

【0025】

また、より適切な制御を行うために、各電極間に、例えばサーミスタのような温度計測手段を配置してそこで得られる温度情報をマイクロプロセッサ24にフィードバックし、適切なタイミングで計測した温度に対応した制御を行うことが可能なシステムを構成しても良い。

【0026】

また、以上の例においては、電流印加による発熱を用いた熱的制御を示したが、熱以外にも、応力や電界を印加することで、光ファイバ内の反射波長を変化さ

せても良い。

【0027】

このように本発明を持ってすれば、通過帯域の中心波長や通過帯域幅の能動的制御を実現することができる。

【0028】

なお、上記実施の形態では光ファイバを用いた例を示したが、光ファイバの代りに光導波路を用いても同様の結果が得られる。

【0029】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、従来のファイバグレーティングを用いた光波長フィルタにおいて、光サーキュレータを用いることなく透過フィルタを実現し、低コストの光波長透過フィルタを実現できるというという有利な効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明第1の実施の形態による光ファイバを示す断面図

【図2】

同第1の実施の形態における屈折率変調構造形成位置と変調構造の周期の関係を示す図

【図3】

同第1の実施の形態における光ファイバの反射スペクトルを示す図

【図4】

同第1の実施の形態によるファイバグレーティングの製造方法を示す図

【図5】

本発明第1の実施の形態による光ファイバを示す断面図

【図6】

同第1の実施の形態における屈折率変調構造形成位置と変調構造の周期の関係を示す図

【図7】

本発明第 1 の実施の形態による光ファイバを示す断面図

【図 8】

同第 1 の実施の形態における屈折率変調構造形成位置と変調構造の平均屈折率の関係を示す図

【図 9】

同第 2 の実施の形態における光フィルタモジュールを示す図

【図 1 0】

同第 2 の実施の形態における光フィルタモジュールの電極群に電流を印加するシステムの一例を示すブロック図

【図 1 1】

従来の光波長透過フィルタの構成を示す図

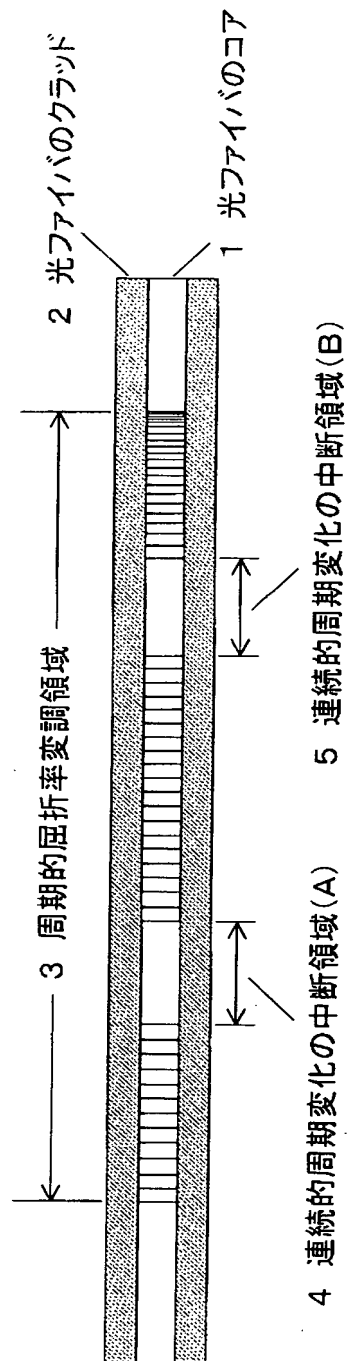
【符号の説明】

- 1 光ファイバのコア
- 2 光ファイバのクラッド
- 3 周期的屈折率変調領域
- 4 連続的周期変化の中断領域 (A)
- 5 連続的周期変化の中断領域 (B)
- 1 0 紫外光
- 1 3 位相マスク
- 1 5 マスク
- 1 8 屈折率の連続変化の不連続点
- 2 2 電極群

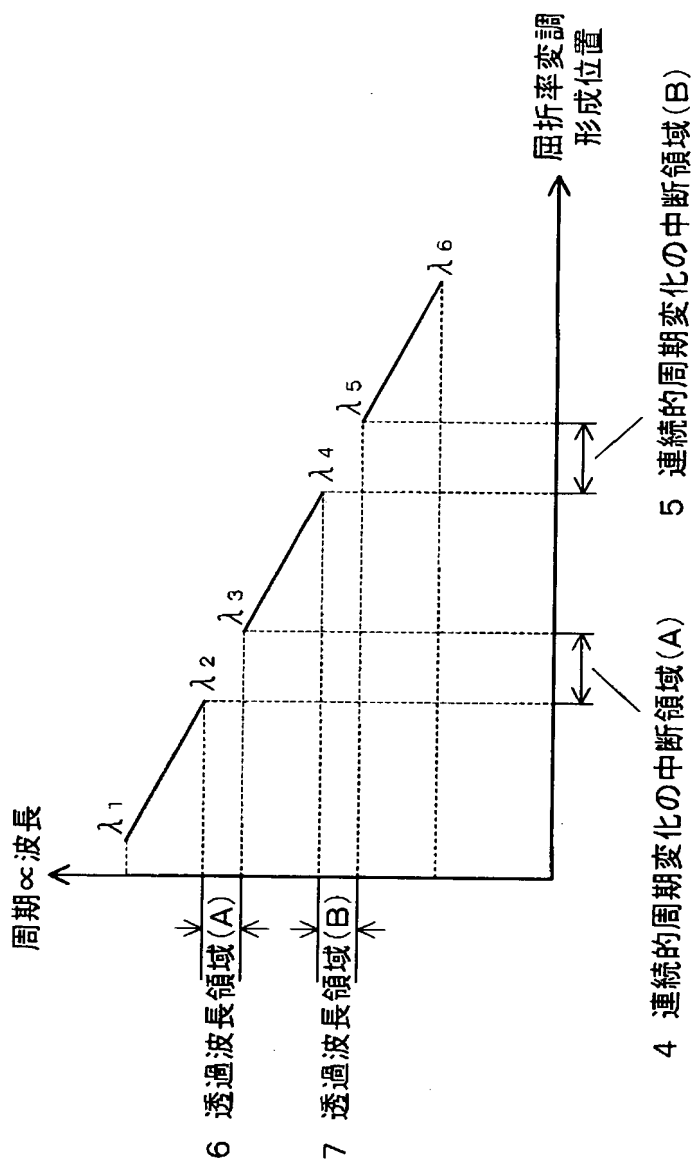
【書類名】

図面

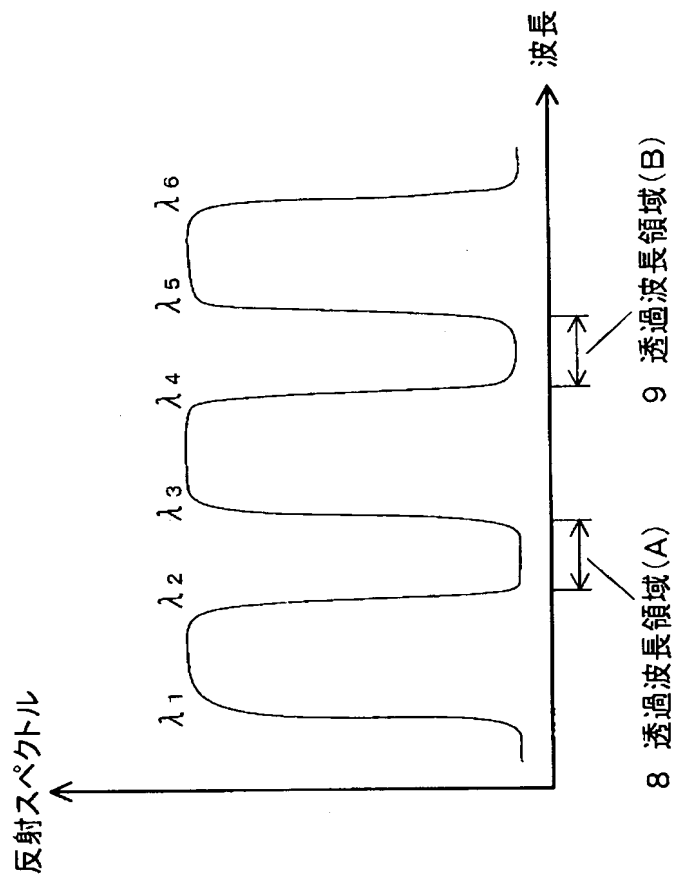
【図 1】



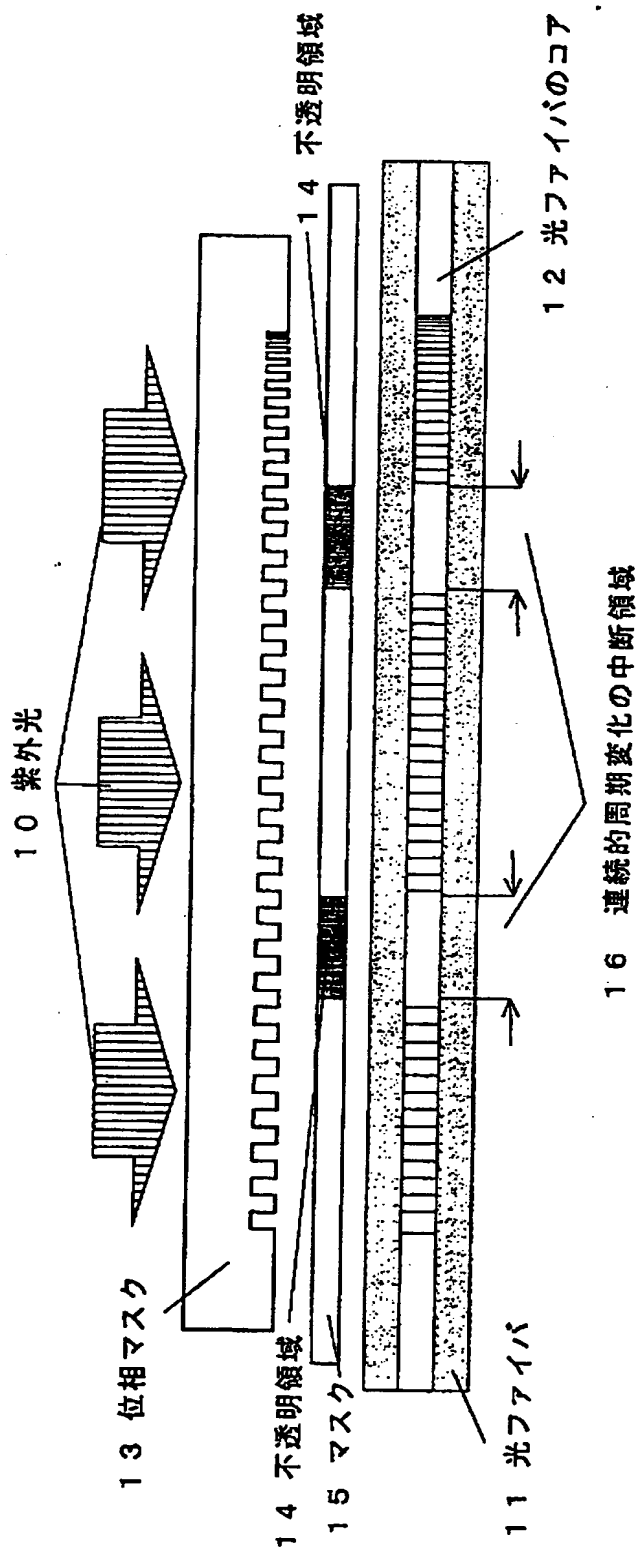
【図 2】



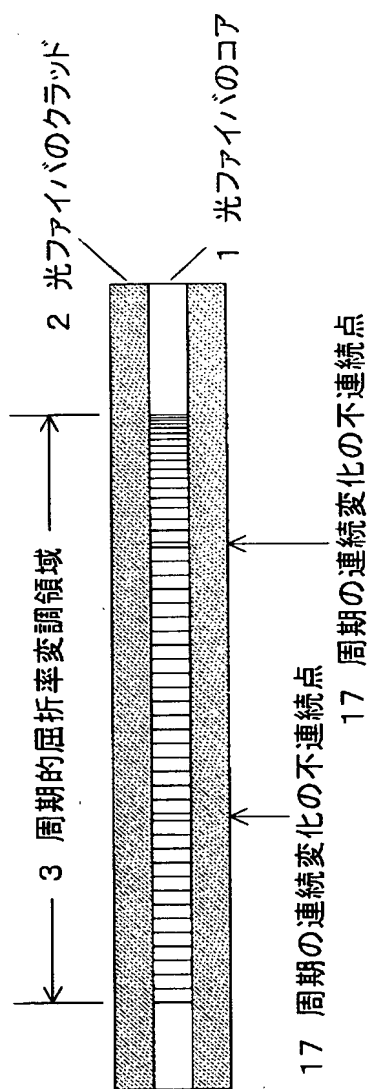
【図 3】



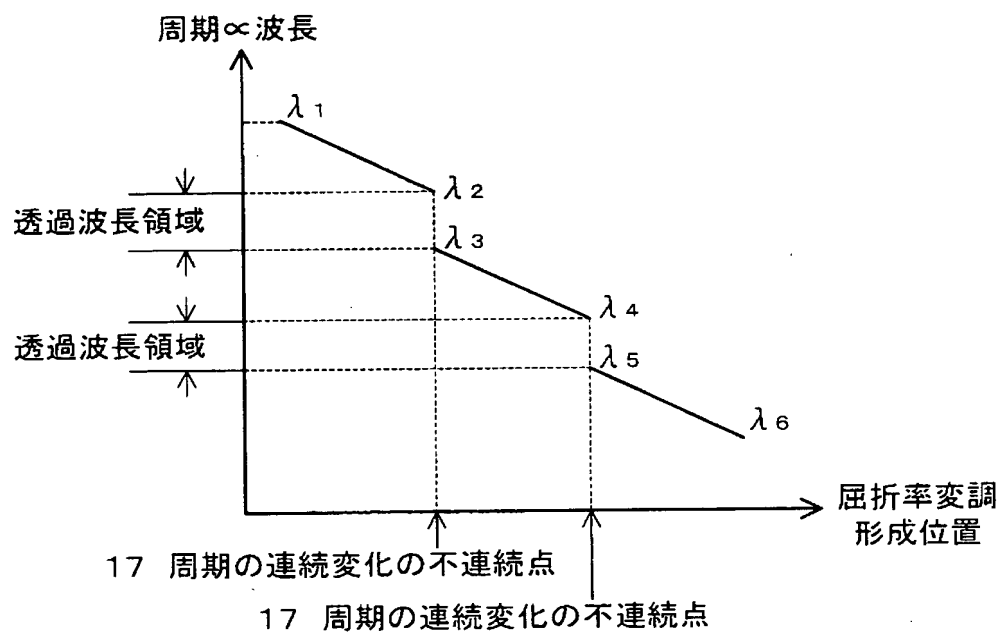
【図 4】



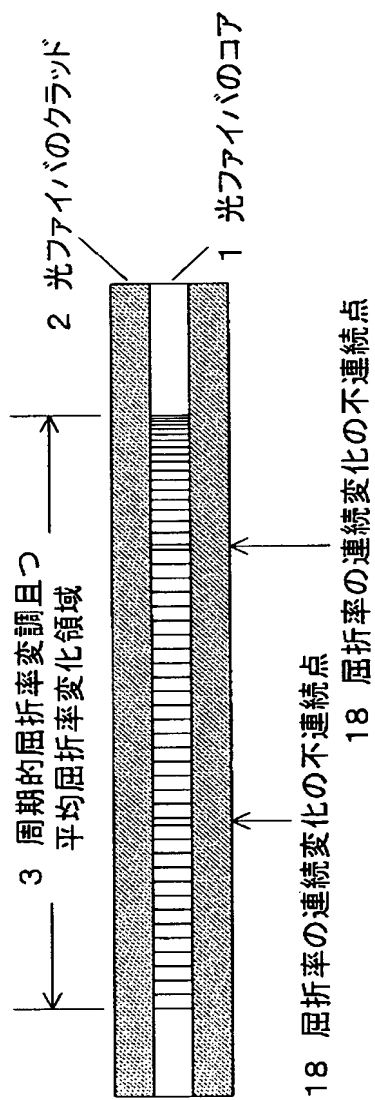
【図 5】



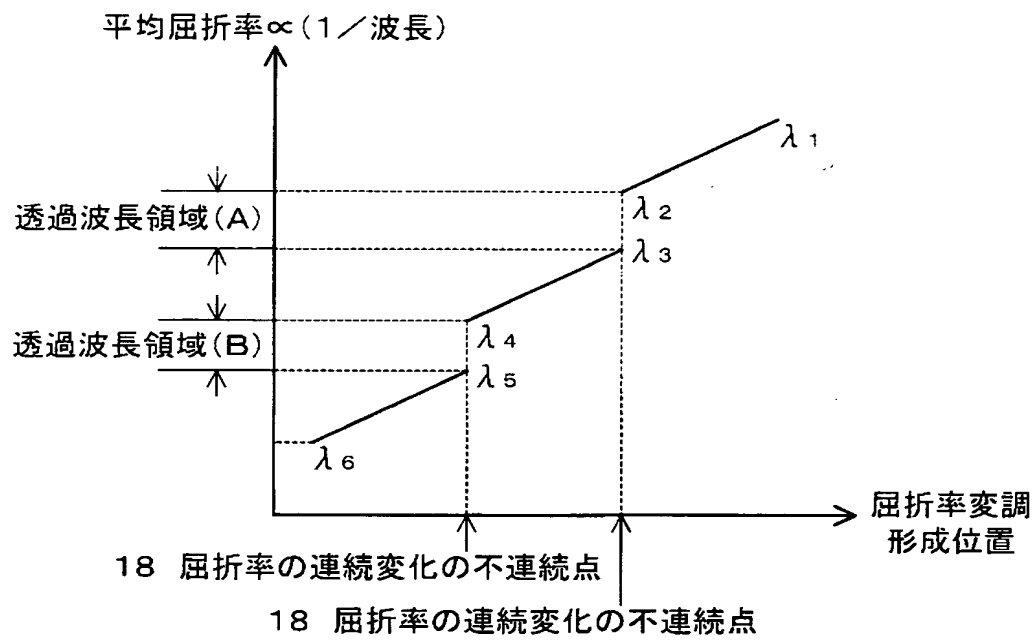
【図 6】



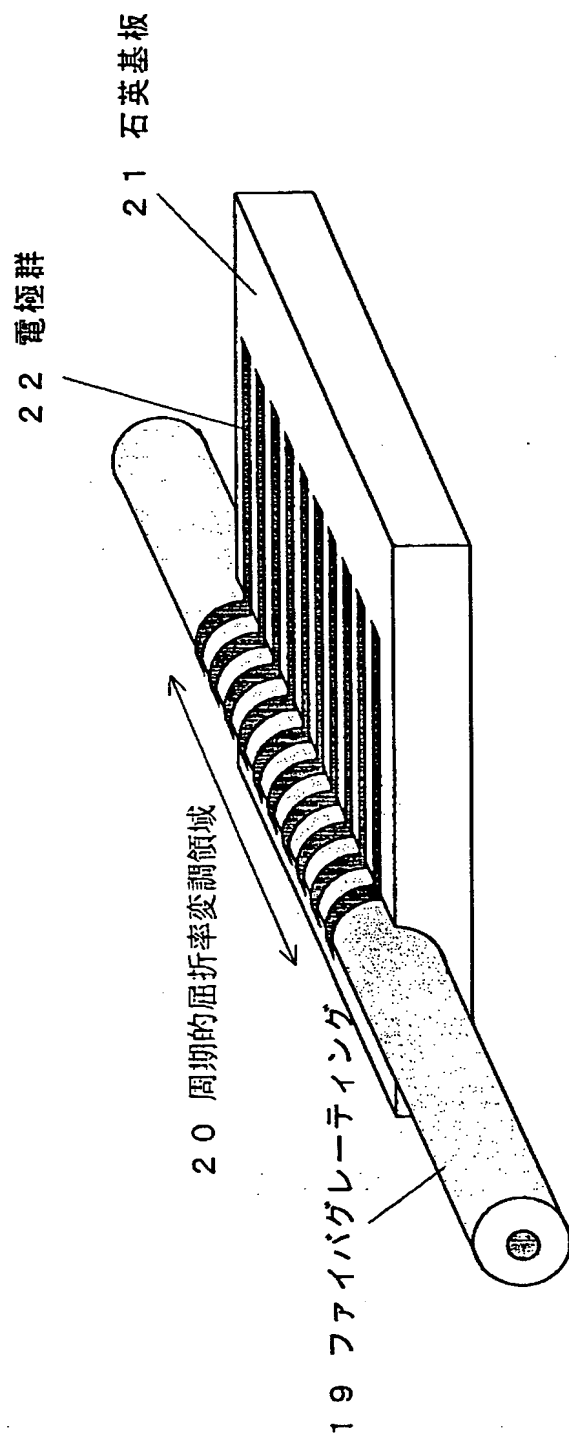
【図 7】



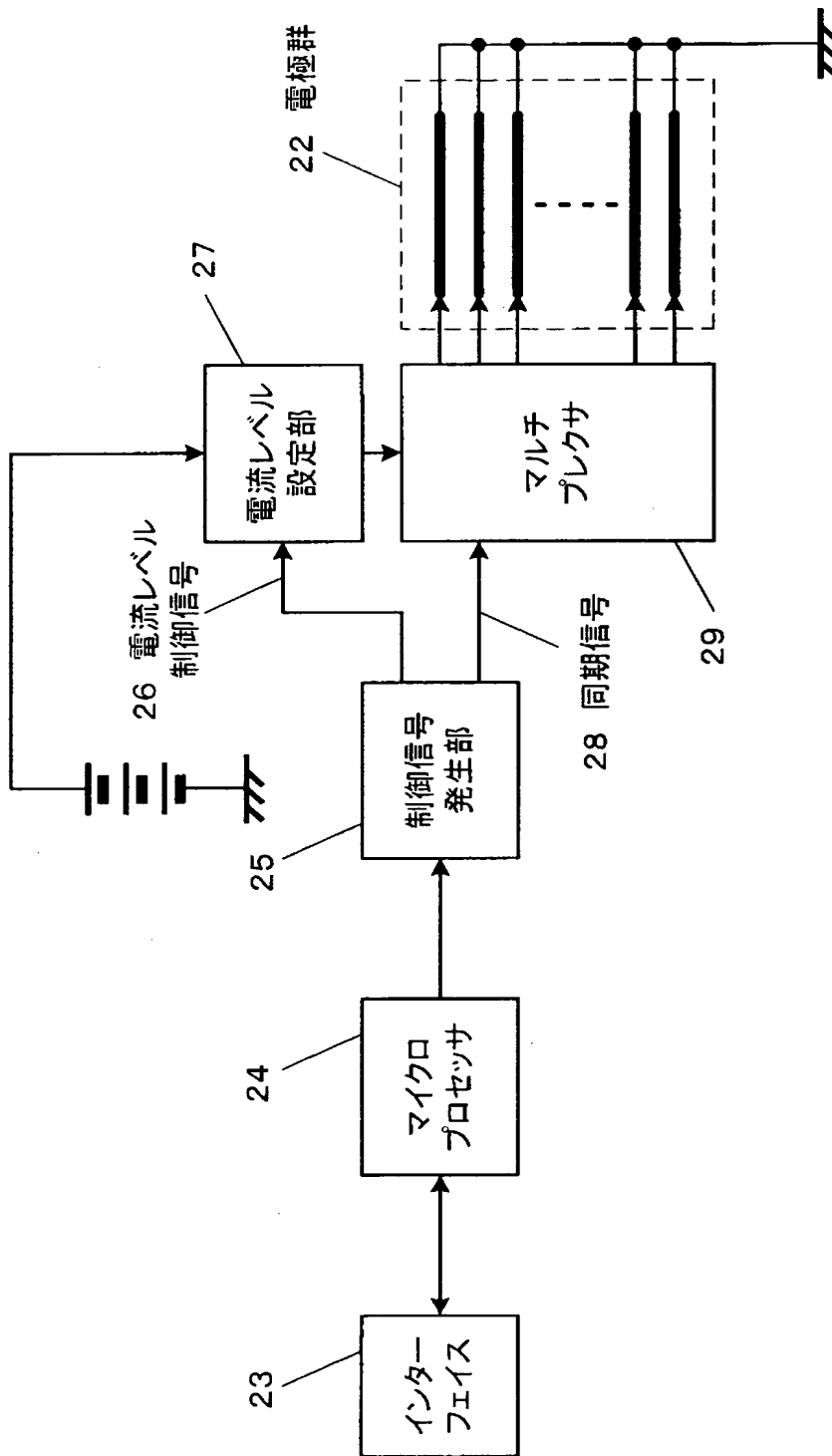
【図 8】



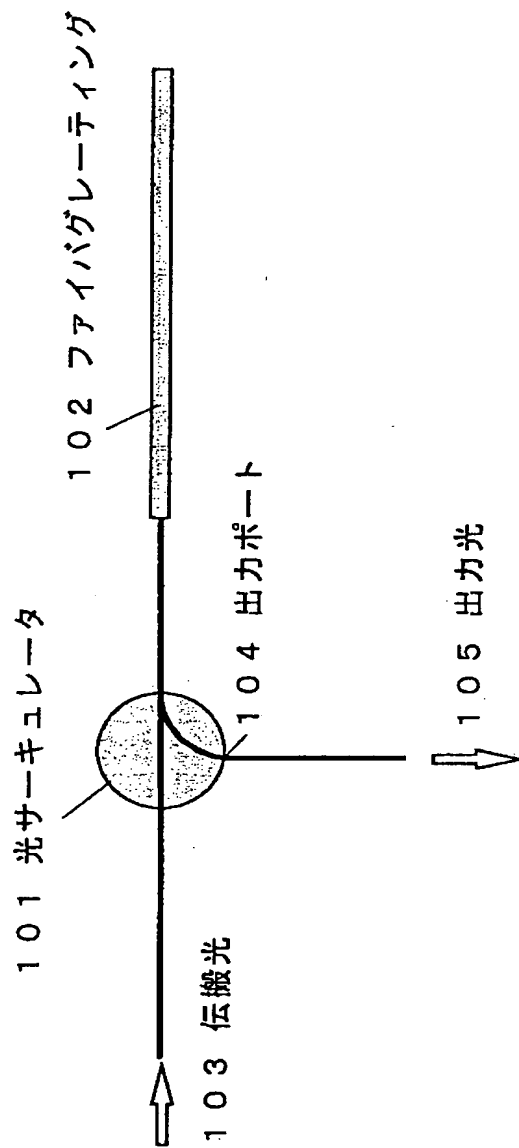
【図9】



【図10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ファイバグレーティングを用いた光波長フィルタにおいて、光サーキュレータを用いることなく透過フィルタを実現する方法を提示し、低コストの光波長透過フィルタを実現することを目的とする。

【解決手段】 光導波路または光ファイバのコア 1 に、光伝搬方向に沿って周期または平均屈折率またはその双方が連続的に変化する周期的屈折率変調領域 3 を形成し、周期的屈折率中断領域 4 及び 5、または平均屈折率不連続変化領域、またはそれら両方形成する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地

氏 名 松下電器産業株式会社